



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt : 91401207.5

⑤ Int. Cl.⁵ : **H01Q 21/06, H01Q 3/34, H01P 1/18**

⑳ Date de dépôt : 07.05.91

⑳ Priorité : 11.05.90 FR 9005902

⑦ Inventeur : **Lohureau, Jean-Claude**
THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense (FR)
 Inventeur : **Spitz, Erich**
THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense (FR)

④ Date de publication de la demande :
 13.11.91 Bulletin 91/46

⑧ Etats contractants désignés :
 DE GB IT NL

① Demandeur : **THOMSON-CSF**
51, Esplanade du Général de Gaulle
F-92800 Puteaux (FR)

④ Mandataire : **Taboureau, James et al**
THOMSON-CSF SCPI 51, Esplanade du
Général de Gaulle
F-92045 Paris La Défense - Cédex 67 (FR)

⑤ Antenne orientable plane, fonctionnant en micro-ondes.

⑦ L'invention concerne une antenne plane micro-ondes, dont le lobe principal est orientable par des moyens mécaniques.

Une antenne micro-ondes est formée par un réseau de dipôles rayonnants (2,16) formés en un circuit (3,4,17,18) déposé sur un substrat (7), et par un plan de masse (8). Pour orienter cette antenne, au moins une feuille (9) diélectrique est introduite entre le réseau et le plan de masse. Cette feuille comporte des éléments déphasants (13,14,19,20), moulés dans la feuille (9). Le déplacement de la feuille (9) par rapport au réseau (2,16) entraîne un déphasage des dipôles, et une orientation du lobe de l'antenne.

Application aux antennes de télécommunications micro-ondes.

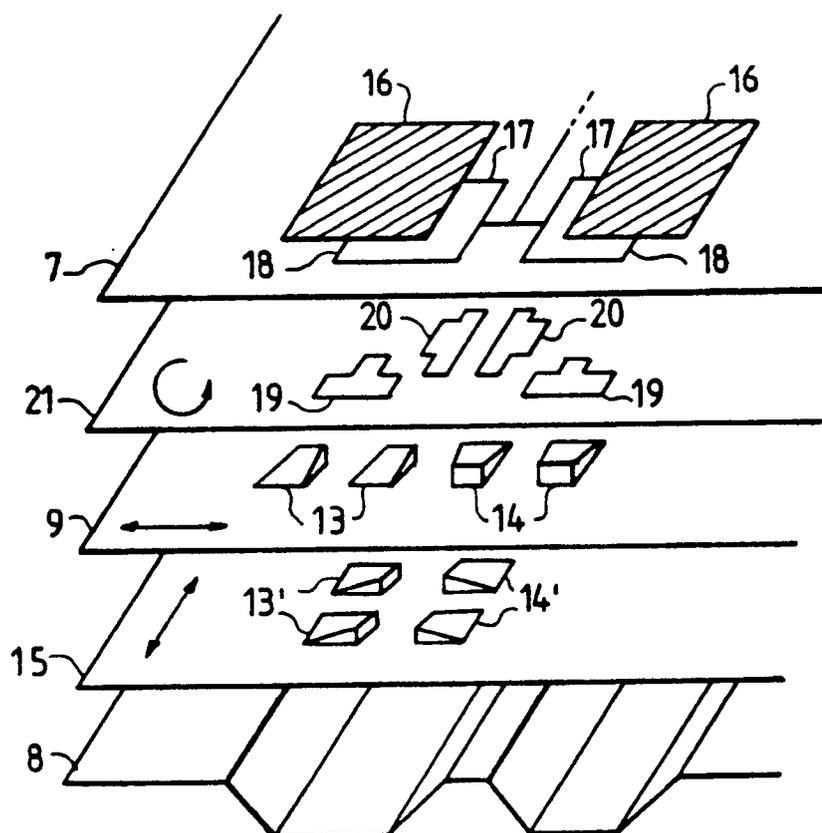


FIG. 7

La présente invention concerne une antenne de réception ou d'émission de micro-ondes, perfectionnée par des moyens permettant d'orienter le faisceau par rapport au plan de l'antenne. Le déplacement des moyens mis en oeuvre assure un réglage semi-fixe de cette antenne, par opposition aux antennes à balayage électronique dans lesquelles l'orientation du faisceau est obtenu au moyen de circuits électroniques.

A titre d'exemple non limitatif, l'antenne orientable selon l'invention peut être une antenne de type grand public, donc économique, d'un modèle plan fixé sur ou incorporé contre le mur d'un bâtiment : l'orientation du faisceau est nécessaire pour pouvoir orienter l'antenne, électriquement mais non pas mécaniquement par sa rotation, vers un émetteur ou un satellite de télévision par exemple. Dans ce cas de réception vidéo, l'antenne doit travailler dans une gamme voisine de 10 GHz, et avoir des pertes faibles, inférieures à 1,5 dB.

Il est connu que le gain d'une antenne micro-ondes doit être très élevé, ce qui nécessite que des sections importantes du faisceau micro-ondes soient reçues ou émises. Ceci n'est pas possible avec des systèmes axiaux, du genre cornets ou antennes rateaux Yagi, ou "fishbone" en anglais. Pour obtenir un dispositif de surface importante, une solution connue consiste à associer à un réflecteur focalisant, parabolique par exemple, un dispositif à faible gain tel qu'un cornet. Mais l'orientation du faisceau émis ou reçu nécessite soit l'orientation du réflecteur focalisant, soit le déplacement du cornet par rapport à l'axe du réflecteur.

On peut également associer en réseau planaire équiphase des éléments à faible gain, c'est à dire une pluralité de dipôles, constitués par un réseau de bandes métalliques, en cuivre par exemple, tel que représenté en figure 1 qui sera détaillée ultérieurement. On sait commander en phase ce type de réseau par des éléments actifs tels que des circuits magnétiques ou des diodes de commutation. Il s'agit là d'une solution efficace mais coûteuse.

L'invention propose une solution moins onéreuse permettant un réglage semi-fixe de l'orientation du faisceau. Par semi-fixe, il faut entendre qu'une antenne orientée dans une direction reste ainsi réglée tant qu'il n'y a pas nécessité de modifier cette direction, mais que cela est possible. Par exemple, la régler sur un premier satellite TV, puis ultérieurement sur un second satellite TV.

Selon l'invention, le faisceau émis ou reçu par une antenne en réseau planaire équiphase, comprenant un réseau de dipôles dans un plan parallèle à un plan de masse, peut être orienté par le déplacement, dans un plan compris entre celui du réseau de dipôle et le plan de masse, d'au moins une feuille de matériau diélectrique présentant des zones d'inhomogénéité qui apportent un déphasage sur les éléments du

circuit qui relie l'entrée de l'antenne aux dipôles.

De façon plus précise, l'invention concerne une antenne orientable plane, fonctionnant en micro-ondes, comportant, déposé sur un support isolant, un réseau à structure arborescente formé par une pluralité de dipôles rayonnants reliés par des lignes conductrices de longueurs égales, cette antenne étant caractérisée en ce que l'espace situé entre le réseau et son plan de masse comprend au moins une feuille diélectrique comportant des éléments déphasants, placés à l'aplomb des lignes conductrices, lesdits éléments déphasants apportant un déphasage sur les brins de lignes reliant l'entrée de l'antenne aux dipôles.

L'invention sera mieux comprise par la description plus complète qui suit d'un exemple de réalisation, en liaison avec les figures jointes en annexe, qui représentent :

- figure 1 : réseau planaire équiphase de dipôles d'une antenne micro-ondes, connu,
- figure 2 : vue en coupe de 3/4 d'un fragment d'antenne, selon l'invention,
- figure 3 : plan d'un intercalaire diélectrique d'une antenne modifiée selon l'invention,
- figure 4 :vue de 3/4 agrandie de quelques éléments apportant un gradient de diélectrique
- figure 5 : vue en plan d'un dipôle selon l'art connu
- figure 6 : vue en plan du dipôle précédent, modifié selon l'invention
- figure 7 : vue éclatée d'un fragment d'antenne modifiée selon l'invention.

La figure 1 représente, vu en plan, un réseau planaire équiphase regroupant des éléments à faible gain d'une antenne micro-onde plane, de gain total élevé. Elle présente une symétrie par rapport à son entrée (ou sortie) symbolisée par un transistor 1. Une pluralité de dipôles rayonnants 2 sont groupés en un réseau, et reliés entre eux par un circuit de lignes conductrices de longueurs égales, à structure arborescente. Il faut entendre par là qu'une ligne conductrice 3, de longueur L, se divise en deux lignes conductrices 4, chacune de longueur L/2, qui elles-mêmes se divisent en quatre lignes conductrices 5, chacune de longueur L/4 et ainsi de suite. De plus, chaque ligne est entrecoupée d'éléments réactifs 6 de longueur demi-onde $\lambda/2$ permettant d'accorder chaque noeud à l'impédance caractéristique de la ligne.

D'un point de vue pratique, ces lignes sont orthogonales entre elles, et se regroupent en deux séries : les lignes qu'on conviendra d'appeler longitudinales, telles que 3 et 5, et les lignes qu'on conviendra d'appeler transversale, telles que 4.

Dans une forme de réalisation, ce réseau planaire équiphase se présente sous forme d'une métallisation, de cuivre par exemple, déposée sur une feuille support mince, telle qu'un film de polypropy-

lène ou autre polymère adéquat. Pour des applications dans lesquelles le prix est déterminant, le support mince est tendu à une certaine distance d'un plan de masse métallique afin d'utiliser l'air comme diélectrique dans la formation des lignes microbandes dipôles /diélectrique/plan de masse. Le rapport entre l'espacement support mince/plan de masse et la largeur de la ligne définit l'impédance caractéristique de la ligne.

Le plan de masse a un double rôle :

- il assure la propagation du signal le long du circuit,
- il réfléchit l'onde émise par le dipôle, ce qui améliore de 6 dB le gain de l'antenne. A cette fin, l'électrode de masse est avantageusement réalisée en relief soit par emboutissage d'une feuille métallique, soit par métallisation d'un substrat non-plan. Le relief de l'électrode de masse est soit en tranchées, tel que représenté en figure 2, soit en fraction de cylindres : l'important est que ce relief focalise l'onde émise pour la réfléchir vers le dipôle.

L'invention propose d'introduire dans l'espace existant entre le support du circuit équiphase et le plan de masse une feuille d'un matériau diélectrique, tel que représenté en figure 2. Sur cette figure, pour la simplifier, on a seulement représenté :

- un fragment du film support 7, sur lequel est déposé le circuit équiphase dont on voit un dipôle 2, des lignes 4 et 5 et un élément réactif 6,
- un fragment du plan de masse 8
- et entre les deux, un fragment de matériau diélectrique 9, au moins une feuille.

Cette feuille 9 présente des irrégularités calculées dans sa structure, qui apportent un déphasage sur chaque brin du circuit reliant l'entrée 1 de l'antenne aux dipôles 2. Par déplacement dans les directions longitudinale et transversale, les irrégularités de la feuille 9, en modifiant le diélectrique situé entre le réseau et le plan de masse, assurent un déphasage continu de l'excitation des dipôles 2 qui défléchit l'axe du lobe principal de l'antenne, respectivement dans une direction transversale ou longitudinale.

La position et la forme des irrégularités de la feuille de déphasage sont représentées en figures 3 et 4. Sur la figure 3, pour mieux localiser les éléments déphasants, le plan du circuit de l'antenne proprement dite, lignes et dipôles de 1 à 6, est superposé, en traits fins.

Telle que représentée sur la figure 3, cette feuille 9 apporte un déphasage linéaire longitudinal (L), obtenu par son déplacement transversal (T). Elle comporte une pluralité d'éléments déphasants tels que 13 et 14, qui, tous sont alignés sur les lignes du circuit qu'on a convenu d'appeler longitudinales, telles que 3 et 5. Ces éléments 13 et 14 sont répartis de façon symétrique sur deux branches de ligne, à partir

du noeud commun. Par exemple, sur les deux branches 3 et 3' d'entrée d'antenne, il y a quatre éléments déphasants 13 entre les noeuds 10 et 11, et quatre éléments déphasants 14 entre les noeuds 10 et 12. Mais de plus, les éléments déphasants 13 et 14 sont disposés de façon symétrique par rapport à un axe parallèle à la ligne dont ils modifient la phase : les éléments 13 sont tête bêche par rapport aux éléments 14.

En effet, comme montré en figure 4, les éléments déphasants 13 et 14, moulés en même temps que la feuille 9, ont un volume dont la trace sur la feuille 9 est un trapèze, et dont la coupe perpendiculaire à cette feuille est un coin, ou triangle. Le trapèze a un petit côté de longueur $\lambda/2$, un grand côté de longueur comprise entre $\lambda/2 + 20\%$ et λ , et une longueur (ou hauteur du trapèze) de l'ordre de λ . L'épaisseur maximale d'un élément 13 ou 14 est de l'ordre de $\lambda/10$.

Les éléments déphasants 13 et 14 sont à l'aplomb des branches longitudinales 3-5 du circuit : en déplaçant la feuille 9, l'épaisseur de diélectrique présentée par les éléments déphasants varie, en augmentant par exemple pour un élément 13 et en diminuant pour un élément 14, ou réciproquement : la variation de vitesse de l'onde en fonction de l'épaisseur de l'élément impose cette forme de trapèze. Ainsi, la largeur d'un élément reste toujours égale à une demi-onde, ce qui réduit les réflexions parasites introduites par l'élément.

La disposition tête-bêche des éléments déphasants 13 et 14, par rapport à un noeud 10, sur les branches 3 et 3', fait qu'un déplacement transversal de la feuille 9 entraîne un déphasage pour la branche 3 et un déphasage de sens opposé pour la branche 3'.

Sur la figure 3 ne sont représentés que des éléments déphasants 13 et 14 dont l'action porte sur les branches longitudinales du circuit. Pour agir sur les branches transversales telles que 4 et 4', il y a deux possibilités :

- ajouter sur la même feuille 9 une seconde pluralité d'éléments déphasants identiques, mais orientés à angle droit de telle façon qu'ils soient à l'aplomb des lignes transversales 4 et 4'. Dans ce cas, l'orientation du lobe principal de l'antenne est obtenu par le déplacement transversal et longitudinal de l'unique feuille 9
- intercaler une seconde feuille diélectrique 15, comportant des éléments déphasants disposés à l'aplomb des lignes transversales 4 et 4'. Dans ce cas, l'orientation du lobe principal de l'antenne est obtenu, respectivement, par le déplacement transversal de la feuille 9 et par le déplacement longitudinal de la feuille 15.

La ou les feuilles diélectriques 9 et 15 sont constituées de céramique ou de matériaux polymères présentant une constante diélectrique élevée et une absorption faible, tels que le polypropylène ou le poly-

tétrafluoroéthylène. Elles sont avantageusement moulées.

Les moyens de déphasage exposés jusqu'ici apportent un déphasage linéaire, en agissant sur les branches du circuit compris entre l'entrée 1 de l'antenne et les dipôles 2. Il est également possible d'apporter un déphasage par polarisation circulaire de l'onde, en agissant sur les dipôles.

Il est connu qu'un dipôle peut se présenter sous la forme illustrée en figure 5 : une métallisation 16, de préférence carrée, est excitée en deux points 17 et 18 situés sur deux côtés adjacents du carré, donc à 90°. Si ces deux points d'excitations sont déphasés de 90°, l'onde générée est circulaire.

Selon l'invention, un déphasage supplémentaire est généré par l'interposition, entre le circuit sur la feuille 7 et le plan de masse 8, d'une troisième feuille déphasante 21 supportant, pour chaque élément radiatif au moins un déphaseur quart d'onde 19 et un déphaseur demi-onde 20, tel que représenté en figure 6. Ces déphaseurs sont, comme les éléments du déphasage 13 et 14, constitués par des irrégularités dans l'épaisseur de la troisième feuille déphasante 21, qui est elle aussi formée en céramique, polypropylène ou autre matériau diélectrique. Le réglage de la polarisation circulaire est obtenu par le déplacement relatif de la troisième feuille par rapport au circuit d'éléments radiatifs 16, de sorte que les déphaseurs 19 et 20 agissent sur les lignes qui excitent en 17 et 18 le dipôle 16.

Dans le cas où les dipôles linéaires 2 sont remplacés par les éléments radiatifs 16, il est alors possible d'ajouter à la polarisation linéaire une polarisation circulaire.

La figure 7 représente une vue éclatée d'un fragment d'antenne orientable, qui cumule les différents perfectionnements décrits au titre de l'invention. Les feuilles supports en sont espacées dans le but de laisser voir les composants de chacune d'entre elles.

Cette antenne orientable comprend au moins :

- une feuille 7 qui supporte le circuit de dipôles 2 ou d'éléments radiatifs 16
- et un plan de masse 8.

Entre ces deux plans sont intercalés au moins une parmi les trois feuilles suivantes :

- feuille 9 qui supporte des éléments déphasants 13 et 14, déplacée transversalement mais apportant une polarisation linéaire longitudinale,
- feuille 15 qui supporte des éléments déphasants 13' et 14', déplacée longitudinalement mais apportant une polarisation linéaire transversale,
- feuille 21 qui supporte des éléments déphasants 19 et 20, qui apporte une polarisation circulaire.

Les feuilles 9 et 15 peuvent être confondues en une seule feuille. Toutes ces feuilles sont bien entendu tendues sur des cadres rigides, non représentés, qui permettent entre autres de les régler en

position pour orienter l'antenne. Les moyens de réglage font partie du domaine de l'homme de l'art : ce sont soit des moyens mécaniques pour réglage manuel, soit des moyens électriques pour réglage asservi au gain de l'antenne.

L'antenne orientable selon l'invention trouve son application dans le domaine de la réception ou de l'émission d'ondes hyperfréquences, notamment pour les télécommunications.

Revendications

1 - Antenne orientable plane, fonctionnant en micro-ondes, comportant, déposé sur un support isolant (7), un réseau à structure arborescente formé par une pluralité de dipôles rayonnants (2,16) reliés par des lignes conductrices (3,4,5) de longueurs égales, cette antenne étant caractérisée en ce que l'espace situé entre le réseau et son plan de masse (8) comprend au moins une feuille diélectrique (9) comportant des éléments déphasants (13,14), placés à l'aplomb des lignes conductrices (3,4,5), lesdits éléments déphasants (13,14) apportant un déphasage sur les brins de lignes (3,4,5) reliant l'entrée de l'antenne aux dipôles.

2 - Antenne orientable selon la revendication 1, caractérisée en ce que les éléments déphasants (13,14) ont, en plan, une forme de trapèze dont les bases sont parallèles aux lignes conductrices (3,4,5) de manière à ce que leur longueur en regard de la ligne soit toujours $\lambda/2$ et, en coupe, une forme de triangle, la partie épaisse de l'élément déphasant étant du côté de la petite base du trapèze, et en ce qu'ils sont réalisés par moulage dans le même matériau diélectrique que la feuille (9) qui les supporte.

3 - Antenne orientable selon la revendication 2, caractérisée en ce que dans la structure arborescente du réseau, les éléments déphasants (13,14) sont disposés de façon symétrique sur les deux brins de ligne (3 et 3') issus d'un noeud (10), les éléments (13) d'un premier brin de ligne (3') étant de plus montés tête-bêche par rapport aux éléments (14) d'un second brin de ligne (3).

4 - Antenne orientable selon la revendication 1, caractérisée en ce que, les lignes (3,4,5) étant orientées les unes (3,5) selon une première direction dite longitudinale (L) et les autres (4) selon une direction dite transversale (T), les éléments déphasants (13,14) apportent une polarisation linéaire de même direction que celle de la ligne sur laquelle ils agissent.

5 - Antenne orientable selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle comprend, entre le support (7) du réseau et le plan de masse (8), une première feuille (9) munie d'éléments déphasants (13,14) qui apportent un déphasage sur les lignes (3,5) orientées selon une première direction, et une seconde feuille (15) munie d'éléments déphasants (13',14') qui

apportent un déphasage sur les lignes (4) orientées selon une seconde direction.

6 - Antenne orientable selon la revendication 1, caractérisée en ce que, le réseau étant formé d'éléments rayonnants (16) carrés excités sur deux côtés adjacents du carré, une polarisation circulaire est apportée au moyen d'une troisième feuille diélectrique (21), introduite entre le support (7) du réseau et son plan de masse (8), ladite feuille (21) comportant pour chaque élément rayonnant (16) au moins un déphaseur quart d'onde (19) et un déphaseur demi-onde (20), les déphaseurs (19, 20) agissant sur les lignes (17, 18) d'excitation de chaque élément rayonnant (16).

7 - Antenne orientable selon la revendication 6, caractérisée en ce que les déphaseurs (19,20) sont constitués par une couche d'épaisseur homogène, et en ce qu'ils sont réalisés par moulage dans le même matériau diélectrique que la feuille (21) qui les supporte.

8 - Antenne orientable selon la revendication 7, caractérisée en ce que les feuilles diélectriques (9,15,21), les éléments déphasants (13,14) et les déphaseurs (19,20) sont réalisés en céramique ou en polymère tel que le polypropylène.

9 - Procédé d'orientation du lobe principal d'une antenne orientable selon la revendication 1, caractérisé en qu'un déplacement transversal des éléments déphasants (13,14) par rapport à une ligne (3,4) entraîne un déphasage longitudinal entre les brins de cette ligne (3,3',4,4') qui défléchit l'axe du lobe principal de l'antenne .

10 - Procédé d'orientation du lobe principal d'une antenne orientable selon la revendication 6, caractérisé en ce que le lobe est orienté par déplacement d'au moins une feuille de diélectrique (9,15,21) dans un plan parallèle au plan du support (7) du réseau :

- le déplacement transversal d'une première feuille (9) entraîne une polarisation linéaire longitudinale de l'onde
- le déplacement longitudinal d'une deuxième feuille (15) entraîne une polarisation linéaire transversale de l'onde
- le déplacement longitudinal et transversal d'une troisième feuille (21) munie au moins de déphaseurs quart d'onde (19) entraîne une polarisation circulaire de l'onde.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

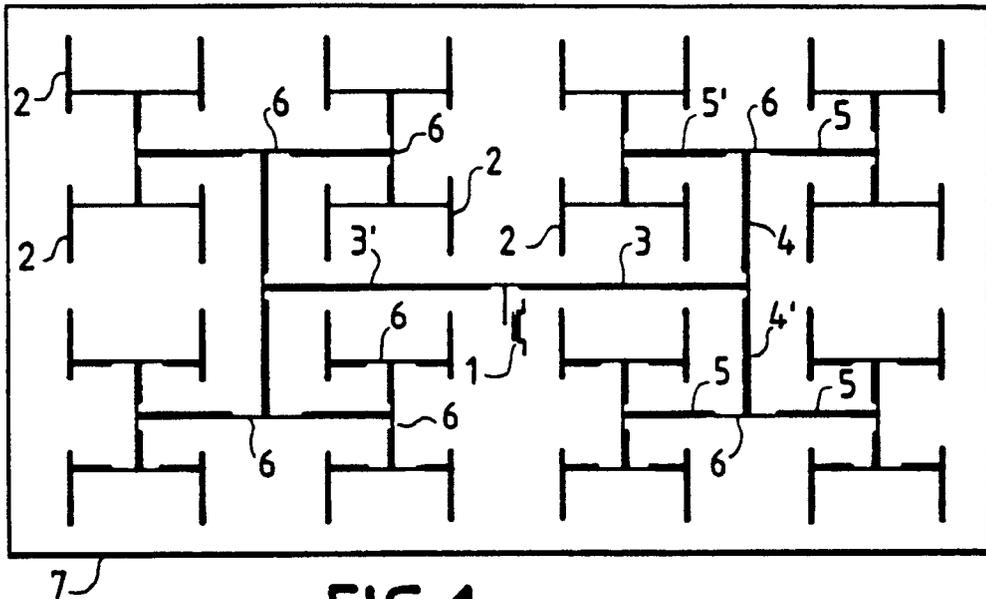


FIG. 1

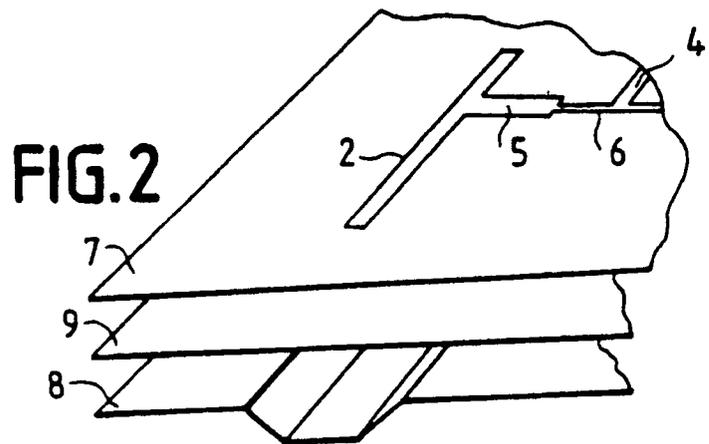
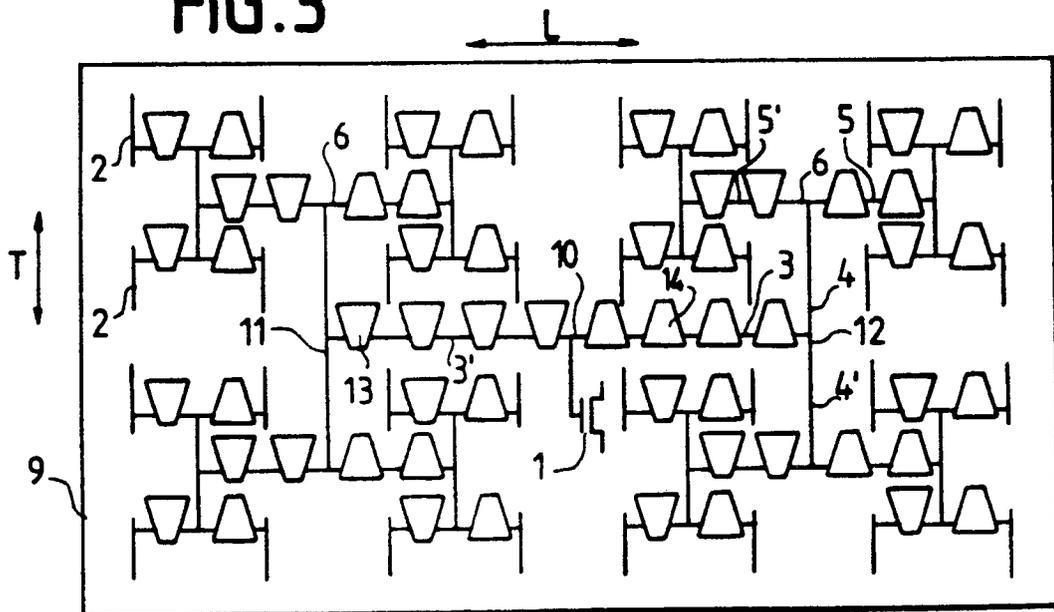


FIG. 2

FIG. 3



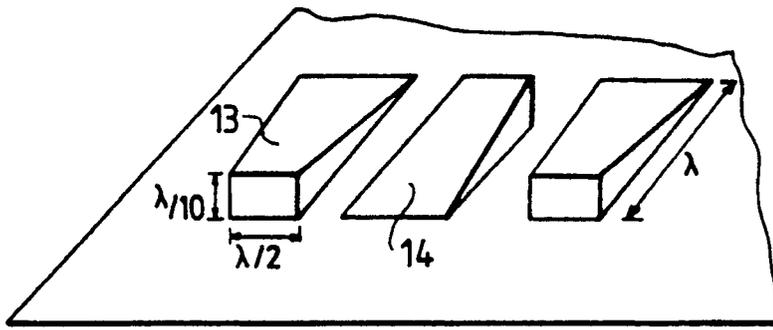


FIG. 4

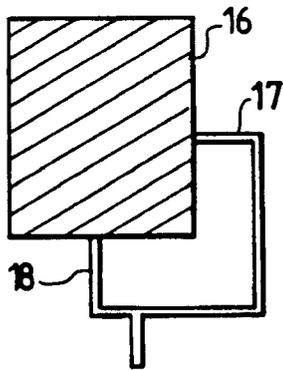


FIG. 5

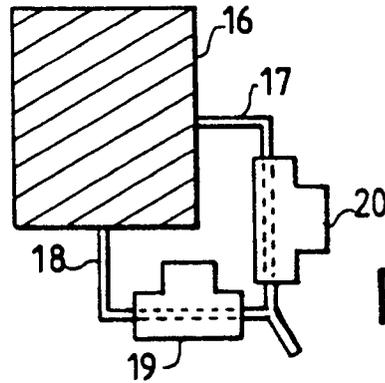


FIG. 6

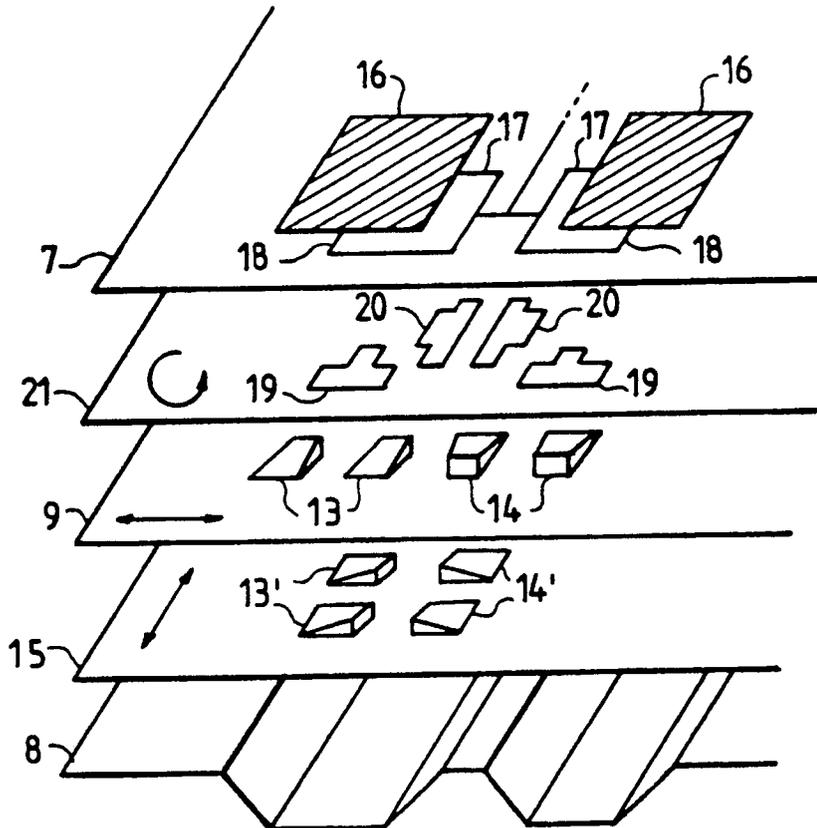


FIG. 7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 1207

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	DE-A-2 014 939 (RCA CORP.) * Page 2, ligne 18 - page 4, ligne 14; figures 1,4,5 * ---	1,8	H 01 Q 21/06 H 01 Q 3/34 H 01 P 1/18
A	GB-A-1 176 979 (THOMSON-CSF) * Page 1, ligne 61 - page 2, ligne 6; page 2, lignes 33-48; figures 1,2 * ---	1,8	
A	FR-A-1 257 215 (COMPAGNIE GENERALE DE TELEGRAPHIE SANS FIL) * Page 2, colonne de droite, ligne 6 - page 3, colonne de gauche, ligne 19; figures 5,6,8 * ---	1,2	
A	US-A-3 656 179 (DE LOACH) * Colonne 2, ligne 3 - colonne 3, ligne 22; figures 1-4 * ---	1,2,8	
A	US-A-2 602 893 (RATLIFF) * Colonne 3, ligne 34 - colonne 4, ligne 30; figures 4-7 * ---	1	
A	IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, vol. 26, no. 5, mai 1978, pages 642-646, New York, US; G.G. SANFORD: "Conformal microstrip phased array for aircraft tests with ATS-6" * Page 643, colonne de droite, ligne 6 - page 644, colonne de gauche, ligne 8; figure 7 * -----	6,8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H 01 P H 01 Q
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22-07-1991	Examineur DEN OTTER A.M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		I : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 60.82 (P0402)